

CONCEITO DE CALOR: ANÁLISE DA POSTURA DE UM PROFESSOR AO ATUAR NA ZDP DOS ALUNOS

Alice Assis, Silmar Antonio Travain

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Câmpus de Guaratinguetá

RESUMO: Em uma escola da rede estadual de ensino da região do Vale do Paraíba – São Paulo – Brasil é desenvolvido um projeto cujo objetivo é o de promover a formação continuada do professor de física para viabilizar a melhoria de suas aulas. Para tanto, são elaboradas sequências didáticas pautadas na teoria sócio histórica de Vigotski. Neste artigo, verificamos se a interação social propiciada por esse professor, ao aplicar uma sequência didática que aborda o conceito de calor, viabilizou a articulação entre os conceitos científicos e espontâneos, de modo a facilitar a internalização e a aprendizagem por parte dos alunos. Os resultados mostraram que houve essa articulação, o que pode ter propiciado o desenvolvimento desse conceito.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física, Calor, ZDP.

OBJETIVOS: Analisar a postura de um professor de física em sala de aula, verificando a interação social necessária para promover a articulação entre os conceitos científicos e os conhecimentos prévios dos alunos.

MARCO TEÓRICO

Em uma escola da rede estadual de ensino da região do Vale do Paraíba – São Paulo – Brasil, desenvolvemos um projeto com o professor de física dessa escola. Fundamentados na teoria sócio histórica de Vigotski foram discutidas questões associadas ao processo de ensino e de aprendizagem, a fim de leva-lo à reflexão sobre sua prática pedagógica no âmbito da formação continuada.

Para Vigotski (1991), a aprendizagem se origina a partir das relações sociais. Na escola, mediado pelos instrumentos e signos, o professor deve atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos com o intuito de facilitar o processo de internalização e promover a aprendizagem e o desenvolvimento. Ou seja, “o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento” (p.61), de modo que, maior aprendizagem implica em maior desenvolvimento.

Nesse processo, cabe ao professor propiciar a articulação entre os conceitos científicos e espontâneos,

de tal forma que, de um lado, os conceitos espontâneos possam inserir-se em uma visão mais abrangente do real, própria do conceito científico, e, de outro lado, os conceitos científicos tornem-se mais concretos, apoiando-se nos conceitos espontâneos gerados na própria vivência da criança. Cria-se, assim, novas condições para que os alunos compreendam de forma mais ampla a realidade (Martins, 1997, p.120).

Segundo Vigotski (2001), o conceito espontâneo (ou cotidiano) se desenvolve de forma ascendente, enquanto o científico de forma descendente, de tal maneira que ao

forçarem lentamente o seu caminho ascendente, os conceitos quotidianos abrem caminho para os conceitos científicos e o seu desenvolvimento descendente. Cria uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito, que lhe dão corpo e vitalidade. Os conceitos científicos, por seu turno, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança rumo à consciência e à utilização deliberada. (p.93)

Em outras palavras, a aprendizagem dos conceitos científicos enriquece e modifica os conceitos espontâneos (Vigotski, 1991). Para facilitar a articulação entre esses conceitos, é necessário que o professor atue na ZDP dos alunos, o que se dá a partir da promoção da interação social em sala de aula.

Neste trabalho, verificamos se a interação social propiciada pelo referido professor, ao aplicar uma sequência didática para abordar o conceito de calor, viabilizou a articulação entre os conceitos científicos e espontâneos dos alunos.

Com relação a esse conceito, é importante que o professor analise os livros didáticos de forma crítica, uma vez que, segundo Cindra e Teixeira (2004), muitos desses livros utilizam expressões inapropriadas, “referindo-se, por exemplo, ao “calor de um corpo” como se o calor fosse uma propriedade do corpo” (p.180). Esses autores destacam ainda que, em muitos desses livros o calor é

pensado como um fluido contido nos corpos, que de alguma maneira poderia passar de um corpo para outro. Exemplos desse tipo são dados: “*é o fluxo de calor cedido ou absorvido*”, “*passa calor do primeiro para o segundo*”, “*o calor que tem um corpo*”, “*a energia térmica que toma ou cede*”, e assim por diante.

Segundo esses autores, essas expressões apresentam uma maior coerência com a teoria do calórico do que com a atual. No início do século XIX, o conceito do calórico, entre diversas outras teorias, foi usado para explicar o princípio que produz calor em termodinâmica, como “o calor do Sol”, sem considerar a sensação que este proporciona (Gomes, 2012). Ressaltam ainda a compreensão adequada de equilíbrio como um dos aspectos mais importantes para o entendimento dos conceitos de temperatura e calor.

Nesse contexto, é importante que o professor esteja atento às expressões utilizadas nesses livros, associadas ao conceito de calor, a fim de que faça as adequações necessárias para não reforçar as concepções espontâneas nos alunos.

METODOLOGIA

Esta pesquisa se deu a partir de um projeto desenvolvido com o professor de física de uma escola da rede estadual de ensino localizada na região do Vale do Paraíba. O objetivo deste projeto é o de trabalharmos com esse professor a fim de que ele possa melhorar significativamente o conteúdo a ser ministrado em suas aulas. Para tanto, desenvolvemos, em conjunto, algumas sequências didáticas e discutimos os aspectos teóricos metodológicos pautados na teoria sócio histórica de Vigotski para fundamentar a aplicação das atividades a elas associadas.

Uma dessas sequências didáticas foi desenvolvida para abordar conceitos relativos à termodinâmica e foi aplicada em cinco encontros. Neste artigo, em particular, foi realizada uma análise qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994) de alguns recortes ocorridos no terceiro encontro (100 minutos), em que foi trabalhado o conceito de calor, a fim de verificarmos se, no decorrer da interação social, o professor

atuou na ZDP dos alunos, promovendo a articulação entre os conceitos científicos e espontâneos, de modo a facilitar a internalização e a aprendizagem por parte dos alunos.

RESULTADOS

O terceiro encontro teve como objetivo levar os alunos a construírem o conceito de calor, após a discussão dos conceitos de sensação térmica e de equilíbrio térmico, abordados nos encontros anteriores.

O professor iniciou o terceiro encontro resgatando o conceito de sensação térmica. Na sequência, questionou os alunos sobre como eles definiriam calor, o que deu origem ao seguinte diálogo:

Aluno 1: Quando tá quente.

Aluno 2: É algo que aquece.

Aluno 3: Quando a temperatura tá alta.

Essas respostas mostram que os alunos relacionam calor às sensações térmicas associadas a temperaturas elevadas, ou seja, à ideia de que o calor corresponde à sensação de altas temperaturas. Isso mostra que os alunos não conseguiram compreender que a sensação térmica não é uma forma adequada de se medir a temperatura de um corpo, embora essa ideia tenha sido discutida no encontro anterior e resgatada nos momentos iniciais do presente encontro. Segundo Araújo e Mortimer (2013), a abordagem do conceito calor sugere diferentes interpretações que são provenientes do senso comum, em que o indivíduo expressa de diferentes modos sua concepção acerca do fenômeno observado. Essa ideia é evidenciada na sequência:

Prof: Quando a temperatura tá alta. E quando a temperatura tá baixa?

Aluno 4: Frio.

Prof: Frio. Tá, então para você o que é frio?

Aluno 4: Dois graus abaixo de zero.

Prof: Dois graus abaixo de zero. E calor?

Aluno 4: Ah, uns 50 graus.

Em suas respostas, os alunos demonstram que associam calor e frio com valores de temperaturas mais e menos elevados, respectivamente, que do ambiente em que vivem, o que também pode estar relacionado ao conceito de sensação térmica (“sentir calor ou frio”). A sequência a seguir corrobora com essa observação.

Prof: Pensando naquelas afirmações que vocês disseram, calor é quando tá quente e etc, como é que vocês definiriam calor então?

Aluno 2: Sol.

Aluno 3: Temperatura.

Aluno 2: Não, é temperatura alta, porque frio é baixa temperatura.

Nessa sequência, os alunos continuam buscando argumentos para justificar a definição de calor associada a temperaturas elevadas, citando o Sol para representar um corpo com alta temperatura.

Para abordar o conceito de calor como energia em trânsito entre dois corpos em diferentes temperaturas, o professor retomou o conceito de equilíbrio térmico, conforme diálogo a seguir:

Prof: Voltando ao equilíbrio térmico, dois corpos, de temperatura mais alta e mais baixa, depois que o equilíbrio térmico é estabelecido, o que acontece com as temperaturas?

Alunos: Iguais.

Prof: O que que é preciso acontecer para que as temperaturas se igualem? Do nada assim, igualou?

Aluno 2: Não.

Prof: Alguma coisa aconteceu, não aconteceu? Aquele corpo que tinha maior temperatura, quando houve o equilíbrio térmico, o que aconteceu com a temperatura?

Aluno 2: Diminuiu.

Prof: Diminuiu. E daquele corpo que tinha menor temperatura?

Aluno: Aumentou.

Prof: O que será que houve para que aquele corpo de maior temperatura diminuísse e o de menor temperatura aumentasse? De que maneira isso acontece?

Aluno 2: Um corpo transferiu calor para o outro corpo.

Nesse recorte, o professor levou os alunos a perceberem o processo de transferência de energia em virtude de uma diferença de temperatura. Essa percepção ocorreu a partir dos conceitos espontâneos desenvolvidos naturalmente a partir de suas relações e reflexões cotidianas (Vigotski, 2001, apud Schroeder, 2007). No entanto, é importante ressaltar que o Aluno 2 utilizou uma terminologia inadequada (um corpo transferiu calor para o outro). Na sequência, ao usar como exemplo corpos com diferentes temperaturas para abordar o equilíbrio térmico, o professor reforçou essa forma inapropriada de se referir ao calor.

Prof: Mas essa transferência, ela vai acontecer até quando? Digamos que eu tenho um corpo com temperatura de 50°C e um outro corpo a 10°C, vai haver uma transferência de calor, como você falou?

Aluno 2: Sim.

Aluno 3: Até elas se igualarem.

Prof: De onde para onde?

Aluno 3: Eu acho que é do mais quente para o mais frio.

Nesse recorte, o aluno 3 demonstrou compreender que o fluxo de energia ocorre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até o equilíbrio térmico. O professor buscou elementos do cotidiano (temperaturas conhecidas pela sua sensação térmica) dos alunos para leva-los à percepção da transição de energia decorrente de uma diferença de temperatura. Para Cindra e Teixeira (2004), os alunos encontram certa dificuldade para entender o processo de transmissão de calor, pois, nesse processo, o equilíbrio térmico ainda não foi atingido e, quando é atingido, o fluxo de energia (calor) é interrompido.

A seguir, o professor direciona o raciocínio dos alunos para mostrar que a temperatura de equilíbrio térmico deve estar entre a menor e maior temperatura utilizada no exemplo em questão.

Prof: Quando se igualam continua essa transferência?

Aluno 3: Não sei.

Prof: Ela vai continuar para sempre? Digamos que uma tava a 50 outra tava a 10. Vocês acham que qual é a temperatura de equilíbrio aí?

Aluno 2: 30.

Prof: Você acha que poderia ser 20?

Aluno 2: Não.

Prof: Por que não?

Aluno 2: Porque a temperatura era de 50 graus e a outra de 10.

Prof: Você acha que tem que ser bem no meio?

Aluno 2: Mais ou menos.

A postura do professor questionando o aluno sobre a sua resposta (30° C) gerou dúvida em sua estimativa de temperatura, em que julgava que a temperatura final de equilíbrio térmico deveria ser a média aritmética dos valores iniciais de temperatura dos corpos. Para mostrar a influência de outros parâmetros na temperatura final de equilíbrio térmico, o professor mostrou aos estudantes que a massa dos corpos influencia na temperatura final de equilíbrio térmico. Segundo Michelena e Mors (2008), amostras de diferentes substâncias, com mesma massa, precisam de quantidades de energia diferentes para variar a temperatura. Porém, ao usar o termo “grandão” e “pequeninho” o professor pode ter levado os alunos a interpretarem volume como sendo a massa de um corpo.

Prof: Mas se você tiver por exemplo um corpo que está a 50°C bem grandão e o de 10°C bem pequenininho, você acha que vai ser no meio também?

Aluno 2: Não.

Prof: Um tava a 50°C, outro tava a 10, pode ser menor que 10 o equilíbrio térmico?

Aluno 2: Não.

Prof: Não, pode ser maior que 50?

Aluno 2: Não.

Prof: Também não, tem que estar entre o que?

Aluno 2: 10 e 50.

Prof: Você falou que vai haver transferência de calor do maior para o menor até o equilíbrio térmico?

Aluno 3: É.

Prof: Quando ocorrer o equilíbrio térmico, o que acontece com essa transferência?

Aluno 3: Cessa.

Nesse recorte, o professor utilizou corpos em diferentes temperaturas para levar o aluno à percepção de que o fluxo de energia só existe enquanto houver uma diferença de temperatura. A partir do momento em que se dá o equilíbrio térmico, a uma temperatura intermediária, cessa o referido fluxo. É importante observar que, para mostrar que a temperatura final não é necessariamente a média aritmética das temperaturas iniciais dos corpos, o professor usou como exemplo termos associado ao conceito de volume (grandão e pequenininho), ao invés de se referir à quantificação da massa dos corpos em questão, o que pode ter levado os alunos a interpretarem que é o volume que influencia na temperatura final. Por outro lado, ao fazer isso, o professor pode ter facilitado a compreensão dos alunos relativa à quantificação em questão, uma vez que ele articulou os conceitos científicos com os espontâneos, ao usar terminologias associadas ao dia-a-dia dos alunos. Além disso, ele deixou de incluir na discussão a influência do calor específico de cada material na análise do resultado da temperatura final de equilíbrio térmico.

Verificamos ainda a utilização da expressão “transferência de calor do maior para o menor” por parte do professor, o que pode ter reforçado nos alunos a ideia prévia de calor como um fluido contido nos corpos, o que remete à teoria do calórico, ou seja, calor como substância. Para a superação dessa ideia, Doménech et al (2003) destaca a importância da abordagem do calor como um mecanismo de intercâmbio de energia.

Após abordar o conceito de temperatura, o professor retomou a discussão acerca do conceito de calor a fim de verificar a compreensão dos alunos, antes de finalizar a aula, o que é destacado no seguinte recorte:

Prof: Vamos voltar na definição de vocês, vocês tinham falado que calor é temperatura alta, lembra? Nós acabamos de ver que calor... o que é necessário para ter o calor?

Aluno 4: Energia térmica.

Prof: Tá, mas os corpos têm que estar o que?

Aluno 3: Em diferentes temperaturas.

Prof: Se tiverem diferentes temperaturas o que vai acontecer?

Aluno 2: O que tiver mais alto passa para o mais baixo.

Prof: Ou seja, essa transferência de energia é o que a gente chama do que mesmo?

Aluno 3: Calor.

Nessa sequência, é importante observar que, ao direcionar novamente a discussão para o conceito de calor, o professor usou a expressão: “o que é necessário para ter o calor?”, o que remete ao conceito de calórico.

Em relação às respostas dos alunos, essas sugerem que eles modificaram os seus conceitos espontâneos em decorrência da interação social propiciada pelo professor, o que corrobora com as ideias de Vigotski (2003), ao afirmar que os conceitos científicos são desenvolvidos a partir da articulação desses com os conceitos espontâneos mediante a referida interação.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, ao propiciar que os alunos participassem ativamente da discussão em sala de aula, o professor pode ter contribuído para o processo de construção conceitual por parte dos alunos, levando-os a um amadurecimento dos conceitos espontâneos para um grau mais elevado (Schroeder, 2007). Nessa perspectiva, os resultados mostraram que, ao atuar na ZDP dos alunos, o professor articulou os conceitos espontâneos com o conceito de calor, o que pode ter facilitado o processo de internalização desse conceito.

Porém, a utilização de expressões inadequadas associadas ao termo “calor” pode ter reforçado nos alunos a ideia de calor como um fluido contido nos corpos. No entanto, é importante ressaltar as dificuldades encontradas para a abordagem desse conceito, uma vez que, no senso comum, o calor é interpretado como uma substância, bem como é confundido com temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A. O.; MORTIMER, E. F. (2013). Calor: Sensação Térmica, Substância ou Energia? *IX Congr. Intern. sobre Investig. em Didáctica de Las Ciencias*. p. 2579-2583.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. (1994). Características da investigação qualitativa. In: *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Edit. Porto. p. 47-51.
- CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. (2004). Uma discussão conceitual para o equilíbrio térmico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 2, p. 176-193.
- DOMÉNECH, J. L. (2003). La Enseñanza de La Energía: Una Propuesta de Debate para un Replanteamiento Global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 3, p. 285-311.
- GOMES, L. C. (2012). A Ascensão e queda da teoria do calórico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 1030-73.
- MARTINS, J. C. (1997). *Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desenvolver o mundo*. Série Ideias, n.28, São Paulo: FDE, p.111-122.
- MICHELENA, J. B.; MORS P. M. (2008). *Física térmica: uma abordagem histórica e experimental*. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física. v. 19, n.5, p. 59.

- SCHROEDER, E. (2007). *Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos: O Processo da Construção Conceitual em Vygotsky*. PPGE FURB. v. 2, n. 2, p. 293-318.
- VIGOTSKI, L. S. (1991). *A formação social da mente*. Texto proveniente de: Seção Braille da Biblioteca Pública do Paraná. Disponível em <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/vygotsky-a-formac3a7c3a3o-social-da-mente.pdf>>. Acesso em: 02/04/2016.
- (2001). *Pensamento e linguagem*. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>>. Acesso em: 06/07/2016.
- (2003). *Psicologia e Pedagogia*. São Paulo: Centauro, 2 ed, p. 01-17.

